

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-349014

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G01B 11/00

G03F 9/00

(21)Application number : 11-158393

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 04.06.1999

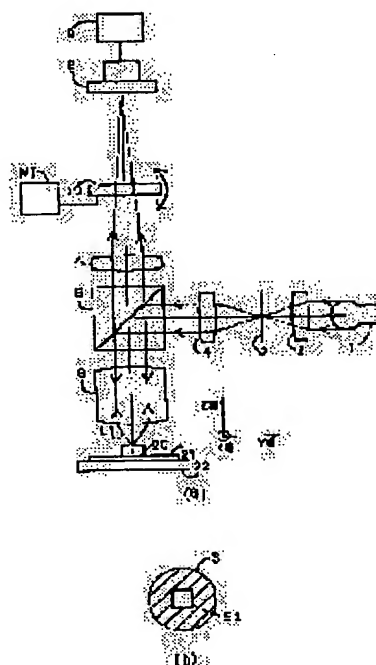
(72)Inventor : FUKUI TATSUO

## (54) REGISTRATION MEASURING DEVICE, AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE USING THE DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device, which can adjust the misregistration of a mark caused by color (wavelength), according to the color dispersion property of an image pickup optical system, and can accurately measure the registration.

**SOLUTION:** In a registration measuring device which has illumination optical systems 1-5 for illuminating the board having a first mark and a second mark at least, image pickup optical systems 6-7 for forming the image of each mark, an image pickup part for detecting the image of each mark, and a processor 9 for obtaining the quantity of misregistration between the first mark and the second mark, based on the output signal from the image pickup device, the image pickup optical system includes an adjuster 10 for adjusting the dislocation of the image of each mark caused by the color occurring at the image pickup face of the image pickup part, based on the prescribed information.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-349014

(P2000-349014A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 2 5 W 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 5 F 0 4 6
G 0 3 F 9/00		G 0 3 F 9/00	H

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-158393

(22) 出願日 平成11年 6 月 4 日 (1999. 6. 4)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 福井 達雄

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株  
式会社ニコン内

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

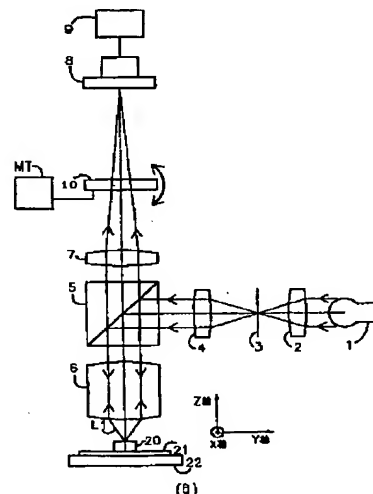
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重ね合わせ測定装置及び該装置を用いた半導体デバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 結像光学系の色分散特性に応じて色（波長）により発生する重ね合わせマークのずれを調整でき、正確に重ね合わせを測定できる装置等を提供すること。

【解決手段】 少なくとも第 1 のマークと第 2 のマークとを有する基板を照明するための照明光学系 1 ～ 6 と、前記各マークの像を形成するための結像光学系 6 ～ 7 と、前記各マーク像を検出するための撮像部 8 と、前記撮像部からの出力信号に基づいて前記第 1 のマークと前記第 2 のマークとの重ね合わせずれ量を求めるための演算処理部 9 とを有する重ね合わせ測定装置において、前記結像光学系は、前記撮像部の撮像面で発生する色による前記各マーク像のずれを所定の情報に基づいて調整する調整部 10 を含んでいる。



(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも第 1 のマークと第 2 のマークとを有する基板を照明するための照明光学系と、前記各マークの像を形成するための結像光学系と、前記各マーク像を検出するための撮像部と、前記撮像部からの出力信号に基づいて前記第 1 のマークと前記第 2 のマークとの重ね合わせずれ量を求めるための演算処理部とを有する重ね合わせ測定装置において、前記結像光学系は、前記撮像部の撮像面における色による前記各マーク像のずれを所定の情報に基づいて調整する調整部を含むことを特徴とする重ね合わせ測定装置。

【請求項 2】 前記基板に施される各処理工程に応じて発生する前記マーク像のずれを調整するために、前記マーク像のずれの調整値を前記各処理工程毎に記憶する記憶部を配置し、前記調整部は、前記所定の情報として、前記記憶部に記憶された前記各処理工程毎の前記マーク像のずれの調整値に基づいて、前記マーク像のずれを光学的に調整することを特徴とする重ね合わせ測定装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の重ね合わせ測定装置を用いて前記第 1 のマークと前記第 2 のマークとのずれ量を求める工程と、前記ずれ量に基づいて、所定のパターンを有するマスクと前記基板との相対的な位置合わせを行うためのオフセット値を求める工程と、前記オフセット値に基づいて前記マスクと前記基板との相対的な位置合わせを行う工程と、前記マスクのパターンを前記基板に露光する工程とを含むことを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項 4】 基板に形成された位置合わせ用マークを位置検出光学系で検出する工程と、前記位置検出光学系の光学特性により生ずる前記位置合わせ用マークの色による結像位置のずれを調整する工程と、前記基板の位置合わせを行う工程と、前記マスクのパターンを投影光学系を介して前記基板に露光する工程とを含むことを特徴とする半導体デバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、重ね合わせ装置及び該装置を備える半導体デバイス製造方法、特に、マスク面上に形成されている電子回路パターンを投影光学系によりウエハ面に投影露光するときに、ウエハ面上の状態を観察し、これによりマスクとウエハとの相対的な位置合わせを行い高集積度の半導体デバイスを製造する場合に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体素子を製造するためのフォトリソグラフィ工程においては、マスクに形成された回路パタ

ーンを投影光学系によりウエハ上に投影露光する。このとき、投影露光に先立って観察装置を用いてウエハ面を観察することによりウエハ上の位置合わせ用マークを検出し、この検出結果に基づいてマスクとウエハとの相対的な位置合わせ、いわゆるアライメントを行っている。アライメントは、重ね合わせ測定装置を用いて投影露光工程において形成されたレジストパターンと下地パターンとの重ね合わせズレ量を測定することにより行う。重ね合わせ測定装置は重ね合わせ（位置合わせ）用マークに対して照明光を照射し、該マークからの反射光を結像光学系を介して所定面に結像し、このマーク像を CCD カメラ等で撮像して画像処理を行い、重ね合わせズレ量を測定する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、重ね合わせ用マークからの反射光が広い波長スペクトルを有している場合、結像光学系固有の色分散特性の影響で結像位置がシフトしてしまい、装置固有の測定誤差値、いわゆる TIS 値 (Tool Induced Shift) を生ずる原因の一つとなる。また、フォトリソグラフィ工程の種類によっては、同一のウエハ内においても各ショット（露光領域）間で重ね合わせマークからの反射光の波長スペクトルが異なることがある。このため、同一ウエハ内でも TIS 値がばらついてしまうことがある。この場合、投影露光装置にフィードバックするマスクとウエハとの重ね合わせのズレ量の信頼性が低くなってしまい、正確に重ね合わせで露光できずに歩留まりが低下するという問題がある。

【0004】本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、結像光学系の色分散特性に応じて色（波長）により発生する重ね合わせマークのずれを調整でき、正確に重ね合わせを測定できる装置と、該装置を用いてマスクとウエハとを正確にアライメントすることができる半導体デバイス製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、少なくとも第 1 のマークと第 2 のマークとを有する基板を照明するための照明光学系と、前記各マークの像を形成するための結像光学系と、前記各マーク像を検出するための撮像部と、前記撮像部からの出力信号に基づいて前記第 1 のマークと前記第 2 のマークとの重ね合わせずれ量を求めるための演算処理部とを有する重ね合わせ測定装置において、前記結像光学系は、前記撮像部の撮像面における色による前記各マーク像のずれを所定の情報に基づいて調整する調整部を含むことを特徴とする重ね合わせ測定装置を提供する。

【0006】また、本発明の好ましい態様では、前記基板に施される各処理工程に応じて発生する前記マーク像のずれを調整するために、前記マーク像のずれの調整値を前記各処理工程毎に記憶する記憶部を配置し、前記調整部は、前記所定の情報として、前記記憶部に記憶さ

れた前記各処理工程毎に前記マーク像のずれの調整値に基づいて、前記マーク像のずれを光学的に調整することが望ましい。

【0007】また、本発明は、請求項1又は2に記載の重ね合わせ測定装置を用いて前記第1のマークと前記第2のマークとのずれ量を求める工程と、前記ずれ量に基づいて、所定のパターンを有するマスクと前記基板との相対的な位置合わせを行うためのオフセット値を求める工程と、前記オフセット値に基づいて前記マスクと前記基板との相対的な位置合わせを行う工程と、前記マスクのパターンを前記基板に露光する工程とを含むことを特徴とする半導体デバイス製造方法を提供する。

【0008】また、本発明は、基板に形成された位置合わせ用マークを位置検出光学系で検出する工程と、前記位置検出光学系の光学特性により生ずる前記位置合わせ用マークの色による結像位置のずれを調整する工程と、前記基板の位置合わせを行う工程と、前記マスクのパターン像を投影光学系を介して前記基板に露光する工程とを含むことを特徴とする半導体デバイス製造方法を提供する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

(第1実施形態)図1(a)は、第1実施形態にかかる重ね合わせ測定装置の概略構成を示す図である。光源1から射出した照明光束はコンデンサーレンズ2により集光され視野絞り3を均一に照明する。視野絞り3は図1(b)に示すように矩形開口部S1を有する。次に、視野絞り3を通過した光束は照明リレーレンズ4により略平行光束に変換され(コリメートされ)、ハーフプリズム5で反射される。そして、第1対物レンズ6により集光され、重ね合わせマーク20を有するウエハ21を垂直に照射する。ここで、視野絞り3とウエハ21とは共役な位置にある為、絞り3の開口部S1の形状に応じたウエハ21上の領域が均一に照明される。また、ウエハ21は回転機構を有するステージ22上に載置されており、光軸AXを中心にステージを回転することで測定方向の設定を変えることができる。

【0010】照明されたウエハ上の重ね合わせマーク20からの反射光L1は第1対物レンズ6によってコリメートされ、ハーフプリズム5を透過し、第2対物レンズ7によって再び集光され、色分散調整機能を有する平行平板10を透過する。そして、光束L1は撮像素子CCD8上に重ね合わせマーク20の像を結像する。図2(a)、(b)は、重ね合わせ(レジスト)マーク20の構成を示す図である。演算処理装置9は、エッジ検出等の画像処理を行い、重ね合わせマーク20のマーク中心位置C1と下地マーク中心位置C2との差Rを重ね合わせズレ量として算出する。好ましくは、図3及び図4に示すようにショット領域S1～S5が各々有するマ

ークM1～M5を所定方向(図3)と、該所定方向に対してウエハ21を180度回転させた方向(図4)とにおいて2回の重ね合わせズレ量の測定を行うことが望ましい。そして、所定方向における測定結果をR<sub>0</sub>、該方向に対して180度回転した方向での測定結果をR<sub>180</sub>とそれぞれしたとき、本装置が有する測定ズレ量のTIS値は次式により求められる。

$$【0011】TIS = (R_0 + R_{180}) / 2$$

ここで、TISが生じる原因の1つとして、上述したように重ね合わせマーク20からの反射光の色(波長)の違いによるマーク像全体の結像位置のズレが考えられる。図5は、マーク21をCCD上に結像するための第1対物レンズ6とハーフプリズム5と第2対物レンズ7とからなる結像光学系が非対称な色分散特性を有していない場合における、青色光の結像位置IBと赤色光の結像位置IRとをそれぞれ示している。図からわかるように、IBとIRとはそれぞれ視野中心Cを通る軸Lに対して対称な位置に結像している。これに対して、結像光学系が色分散特性を有していると、図6に示すように、青色光の結像位置IBと赤色光の結像位置IRとが軸Lに対して非対称となる。このため、上記手順による重ね合わせズレ量の測定値が測定装置固有のTIS値を含むことになる。非対称な色分散特性を生ずる原因としては、結像光学系を構成する光学素子が偏芯することによるプリズム効果が挙げられる。また、結像光学系が有する色分散量も装置毎に固体差がある。

【0012】次に、上述の色の違いによるマーク結像位置のズレを調整する平行平板10の機能を説明する。図7に示すように、CCD8の撮像面(結像面)Sに向かって同一光路を進行してきたマークからの反射光のうち波長の異なる光束、例えば青色光LB(実線)と赤色光LR(破線)とを考える。2光束LB、LRが平行平板10を透過する場合、図8に示すように平行平板10が光軸AXに対して角度θだけ傾斜しているとプリズム効果によって光束LBとLRとは異なる光路を通り像面Sで異なる位置で結像する。このことは、光軸外の光束LB'とLR'についても同様である。このように、反射光の波長によってCCD上のマーク像の結像位置が異なる。LBとLRとの結像位置の差Δは平行平板10の傾斜角θをモータMT(図1)により変化させることにより調整することができる。従って、平行平板10の傾き角度を調整することで色による結像位置のずれを補正できる。

【0013】(第2実施形態)図9は、上記重ね合わせ測定装置を備えた投影露光装置の全体構成を概略的に示す図である。図示の投影露光装置において、光源31から射出された光は、照明光学系32を介して、所定のパターンが形成されたマスク33を均一に照明する。

【0014】なお、光源31から照明光学系32までの光路には、必要に応じて光路を偏向するための1つ又は

複数の折り曲げミラーが配置される。また、光源31と投影露光装置本体とが別体である場合には、光源31からの光の向きを常に投影露光装置本体へ向ける自動追尾ユニットや、光源31からの光の光束断面形状を所定のサイズ・形状に整形するための整形光学系、光量調整部などの光学系が配置される。また、照明光学系32は、例えばフライアイレンズや内面反射型インテグレートからなり所定のサイズ・形状の面光源を形成するオブティカルインテグレートや、マスク33上での照明領域のサイズ・形状を規定するための視野絞り、この視野絞りの像をマスク上へ投影する視野絞り結像光学系などの光学系を有する。さらに、光源31と照明光学系32との間の光路はケーシング（不図示）で密封されており、光源31から照明光学系32中の最もマスク側の光学部材までの空間は、露光光の吸収率が低い気体であるヘリウムガスや窒素などの不活性ガスで置換されている、マスク33は、マスクホルダ34を介して、マスクステージ35上においてXY平面に平行に保持されている。マスク33には転写すべきパターンが形成されており、パターン領域全体のうちY方向に沿って長辺を有し且つX方向に沿って短辺を有する矩形状（スリット状）のパターン領域が照明される。マスクステージ35は、図示を省略した駆動系の作用により、マスク面（すなわちXY平面）に沿って二次元的に移動可能であり、その位置座標はマスク移動鏡36を用いた干渉計37によって計測され且つ位置制御されるように構成されている。

【0015】マスク33に形成されたパターンからの光は、投影光学系38を介して、感光性基板であるウエハ39上にマスクパターン像を形成する。ウエハ39は、ウエハホルダ40を介して、ウエハステージ41上においてXY平面に平行に保持されている。そして、マスク33上での矩形状の照明領域に光学的に対応するように、ウエハ39上ではY方向に沿って長辺を有し且つX方向に沿って短辺を有する矩形状の露光領域にパターン像が形成される。

【0016】ウエハステージ41は、図示を省略した駆動系の作用によりウエハ面（すなわちXY平面）に沿って二次元的に移動可能であり、その位置座標はウエハ移動鏡42を用いた干渉計43によって計測され且つ位置制御されるように構成されている。

【0017】また、図示の投影露光装置では、投影光学系38を構成する光学部材のうち最もマスク側に配置された光学部材と最もウエハ側に配置された光学部材との間で投影光学系38の内部が気密状態を保つように構成され、投影光学系38の内部の気体はヘリウムガスや窒素などの不活性ガスで置換されている。

【0018】さらに、照明光学系32と投影光学系38との間の狭い光路には、マスク33及びマスクステージ35などが配置されているが、マスク33及びマスクステージ35などを密封包囲するケーシング（不図示）の

内部に窒素やヘリウムガスなどの不活性ガスが充填されている。

【0019】また、投影光学系38とウエハ39との間の狭い光路には、ウエハ39及びウエハステージ41などが配置されているが、ウエハ39及びウエハステージ41などを密封包囲するケーシング（不図示）の内部に窒素やヘリウムガスなどの不活性ガスが充填されている。このように、光源31からウエハ39までの光路の全体に亘って、露光光がほとんど吸収されることのない雰囲気形成されている。

【0020】上述したように、投影光学系38によって規定されるマスク33上の視野領域（照明領域）及びウエハ39上の投影領域（露光領域）は、X方向に沿って短辺を有する矩形状である。従って、駆動系及び干渉計（37、43）などを用いてマスク33及びウエハ39の位置制御を行いながら、矩形状の露光領域及び照明領域の短辺方向すなわちX方向に沿ってマスクステージ35とウエハステージ41とを、ひいてはマスク33とウエハ39とを同期的に移動（走査）させることにより、ウエハ39上には露光領域の長辺に等しい幅を有し且つウエハ39の走査量（移動量）に応じた長さを有する領域に対してマスクパターンが走査露光される。

【0021】また、マスク33とウエハ39との相対的な位置合わせを行うためのアライメント用光学系ALが投影光学系38の近傍に設けられている。アライメント光学系ALの構成は上記第1実施形態で述べた重ね合わせ測定装置の構成とほぼ同様であるので説明を省略する。

【0022】上記投影露光装置を用いてマスク33上に形成されたパターンをウエハ39に投影露光する際、不図示のマスク搬送装置によりマスクを異なるパターンを有する他のマスクに交換し、ウエハ上に順次異なるパターンを重ね合わせて露光する。このため、アライメント光学系ALにより、例えば第1回目の露光により形成された下地パターンと、第2回目の露光によるレジストパターン（重ね合わせマーク）との重ね合わせずれ量を算出し、アライメントのためのオフセット値を求める。そして、このオフセット値に基づいて、マスクステージ35やウエハステージ41などを移動することによりマスク33とウエハ39との相対的なアライメントを行った後、マスク33のパターンを投影光学系38を介してウエハ39上に露光する。

【0023】次に、本投影露光装置におけるアライメント光学系AL内の平行平板10の調整手順について述べる。図3に示したように同一ウエハ内でショット領域が異なる重ね合わせマークM1～M5が存在する場合、各マークの膜厚の相違等に起因して反射光のスペクトルが各マーク毎に異なる場合、結像光学系の色分散特性により各マークM1～M5のTIS値への影響度が異なることがある。従って、ある種のリソグラフィ工程におい

ては、同一ウエハ内においても各マークのTIS値が大きく異なることがある。

【0024】この場合は、ウエハ内のショット領域ごとに色情報（色によるマークの結像位置）が異なるサンプルウエハを用いて、各ショット領域ごとにTIS値を計測し、そのバラツキ（分散 $\sigma$ ）が最小となるように平行平板10の傾き角度 $\theta$ を予め求めておくことが望ましい。例えば、図10（a）は、ある処理工程における傾き角度 $\theta$ （横軸）と分散値 $\sigma$ （縦軸）との関係を示す特性曲線の図である。角度 $\theta$ でTIS値の分散 $\sigma$ が最小となる。これに対して、同一のサンプルウエハの他の処理工程における傾き角度 $\theta$ とTIS分散値 $\sigma$ との関係の特性曲線を図10（b）に示す。図10（a）、（b）から明らかなように、処理工程の違い、例えば、第1回目の露光工程と第2回目の露光工程とにより、特性曲線の形が異なっている。このため、サンプルウエハを用いて各処理工程ごとにTIS分散値が最小となる傾き角度 $\theta$ を予め調整値として測定しメモリM（図9）に記憶しておき、実際の被検ウエハを測定する場合に各処理工程毎に記憶された傾き角度の最適値 $\theta$ となるように平行平板10をモータMTにて傾けることでマーク像のずれを光学的に調整する。かかる手順により、色によるマーク像の結像位置ずれを容易に調整できる。

【0025】また、本実施形態では、各処理工程毎に平行平板10の角度を変えているが、測定時間の短縮化を望む場合、又は複数の処理工程において傾き角度の最適値 $\theta$ が略一定である場合などは、平行平板10を1つの角度 $\theta$ に設定した状態で複数の処理工程を行っても良い。

【0026】また、本発明は、請求項に記載したものに

限られず、以下の構成を取ることも出来る。  
（A） 少なくとも第1のマークと第2のマークとを有する基板を照明するための照明光学系と、前記各マークの像を形成するための結像光学系と、前記各マーク像を検出するための撮像部と、前記撮像部からの出力信号に基づいて前記第1のマークと前記第2のマークとの重ね合わせずれ量を求めるための演算処理部とを有するアライメント装置において、前記結像光学系は、前記撮像部の撮像面における色による前記各マーク像のずれを所定の情報に基づいて調整する調整部を含むことを特徴とするアライメント装置。

【0027】（B） 所定のパターンが形成されたマスクを照明するための照明光学系と、基板に形成された位置合わせ用マークを検出する上記（A）記載のアライメント装置と、前記アライメント装置で得られた重ね合わせずれ量に基づいて前記基板と前記マスクとの相対的な位置合わせを行うための駆動部と、前記マスクのパターンを前記基板に投影露光するための投影光学系とを有することを特徴とする投影露光装置。

【0028】このように、本発明は様々な形態をとるこ

とができる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る重ね合わせ測定装置によれば、光学系が有する色分散量を最適な値に調整でき、重ね合わせマークからの反射光の波長の違いに起因するマーク像全体の結像位置ズレを防止できる。これにより装置固有の測定誤差の発生を低減し、より高精度な重ね合わせズレ量の測定ができる。また、本発明の半導体デバイス製造方法によれば、マスクとウエハとを相対的に正確に重ね合わせて投影露光できるので、デバイス素子の製造時の歩留まりを向上させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は本発明の第1実施形態にかかる重ね合わせ測定装置の構成、（b）は視野絞りの構成をそれぞれ示す図である。

【図2】（a）、（b）は重ね合わせマークの構成を示す図である。

【図3】0度方向計測時のウエハを示す図である。

【図4】180度方向計測時のウエハを示す図である。

【図5】色分散がない時の波長による結像位置のズレを示す図である。

【図6】色分散がある時の波長による結像位置のズレを示す図である。

【図7】平行平板が傾斜していない時の青色、赤色光束の光路を示す図である。

【図8】平行平板が傾斜している時の青色、赤色光束の光路を示す図である。

【図9】第2実施形態にかかる投影露光装置の概略構成を示す図である。

【図10】（a）、（b）は処理工程が異なる場合の傾き角度の特性を示す曲線である。

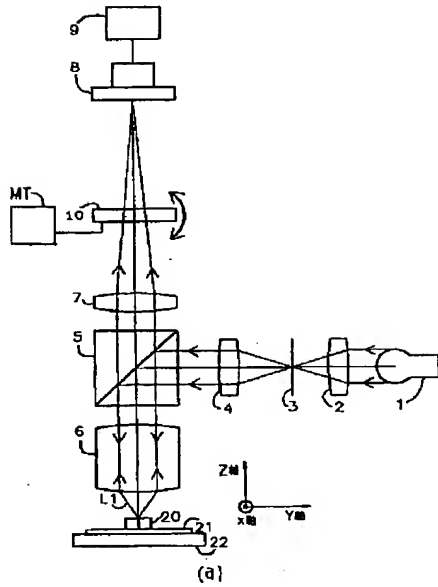
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 コンデンサーレンズ
- 3 視野絞り
- 4 照明リレーレンズ
- 5 ハーフプリズム
- 6 第1対物レンズ
- 7 第2対物レンズ
- 8 撮像素子CCD
- 9 演算処理部
- 10 平行平板
- 20 重ね合わせマーク
- 21、39 ウエハ
- 22 ステージ
- 31 光源
- 32 照明光学系
- 33 マスク
- 34 マスクホルダ

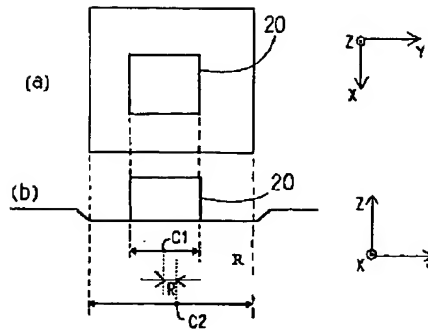
35 マスクステージ  
36 マスク移動鏡  
37 干渉計  
38 投影光学系  
40 ウエハホルダ

\* 41 ウエハステージ  
42 ウエハ移動鏡  
43 干渉計  
AL アライメント光学系  
\* M メモリ

【図1】

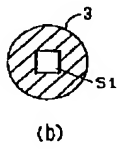


【図2】

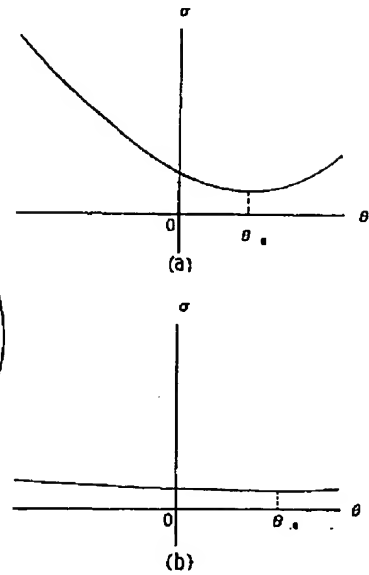
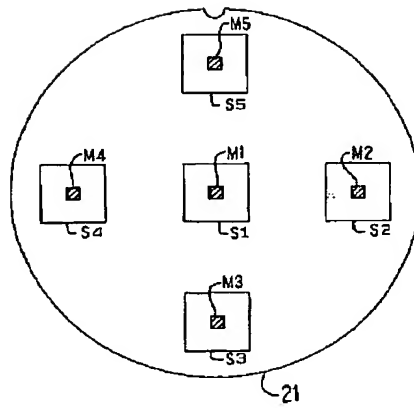
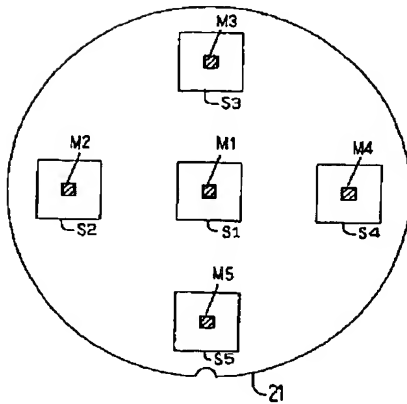


【図4】

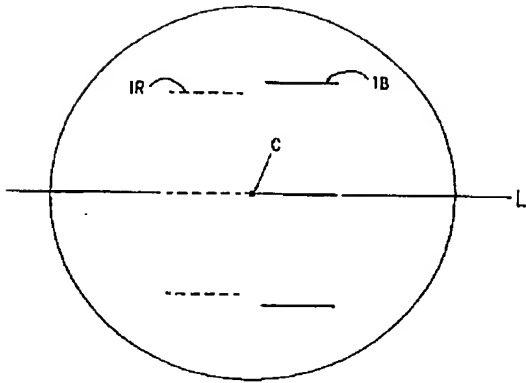
【図10】



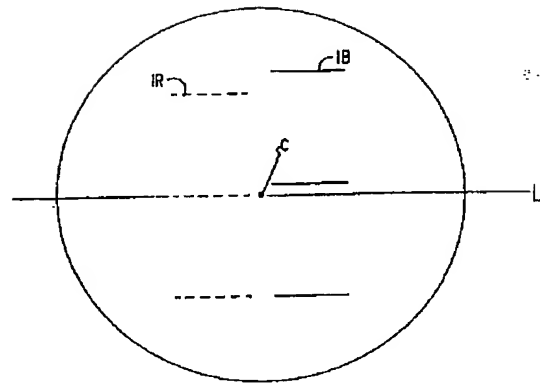
【図3】



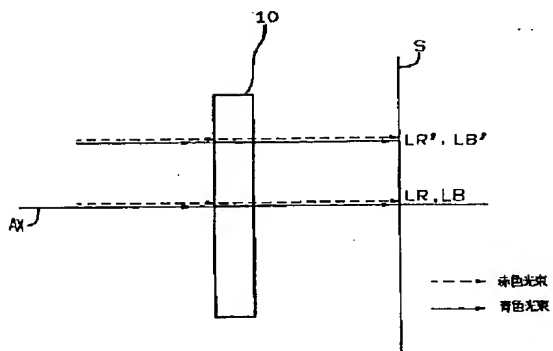
【図5】



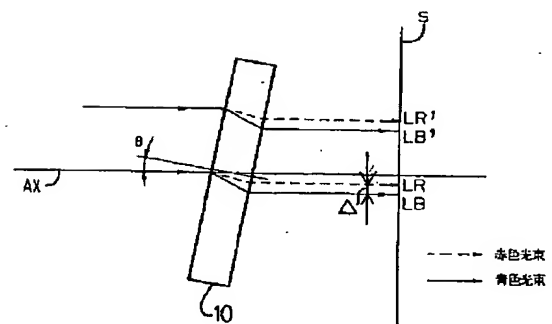
【図6】



【図7】

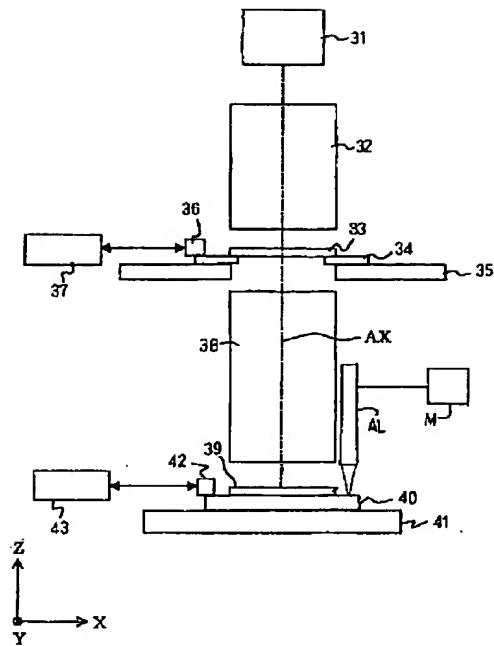


【図8】





【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA03 AA12 AA14 AA56 BB02  
BB29 CC20 DD03 FF42 FF55  
FF68 GG00 HH03 JJ03 JJ26  
LL09 LL12 MM02 PP12 QQ39  
QQ41  
5F046 CB26 EB01 FA10 FB09 FB11  
FB17 FC04

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-349014

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G01B 11/00

G03F 9/00

(21)Application number : 11-158393

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 04.06.1999

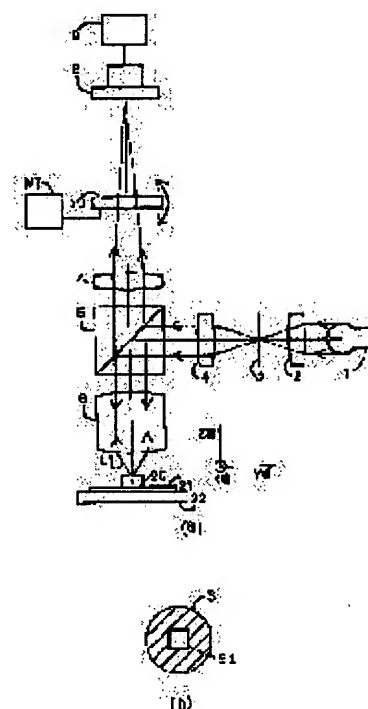
(72)Inventor : FUKUI TATSUO

(54) REGISTRATION MEASURING DEVICE, AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE USING THE DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device, which can adjust the misregistration of a mark caused by color (wavelength), according to the color dispersion property of an image pickup optical system, and can accurately measure the registration.

**SOLUTION:** In a registration measuring device which has illumination optical systems 1-5 for illuminating the board having a first mark and a second mark at least, image pickup optical systems 6-7 for forming the image of each mark, an image pickup part for detecting the image of each mark, and a processor 9 for obtaining the quantity of misregistration between the first mark and the second mark, based on the output signal from the image pickup device, the image pickup optical system includes an adjuster 10 for adjusting the dislocation of the image of each mark caused by the color occurring at the image pickup face of the image pickup part, based on the prescribed information.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** The illumination-light study system for illuminating the substrate which has the 1st mark and 2nd mark at least, The image formation optical system for forming the image of each of said mark, and the image pick-up section for detecting said each mark image, In the superposition measuring device which has the data-processing section for calculating the amount of superposition gaps of said 1st mark and said 2nd mark based on the output signal from said image pick-up section Said image formation optical system is a superposition measuring device characterized by including the controller which adjusts a gap of said each mark image by the color in the image pick-up side of said image pick-up section based on predetermined information.

**[Claim 2]** In order to adjust a gap of said mark image generated according to each down stream processing given to said substrate The storage section which memorizes the adjustment value of a gap of said mark image for said every down stream processing is arranged. Said controller The superposition measuring device characterized by adjusting a gap of said mark image optically as said predetermined information based on the adjustment value of a gap of said mark image for said every down stream processing memorized in said storage section.

**[Claim 3]** The process which calculates the amount of gaps of said 1st mark and said 2nd mark using a superposition measuring device according to claim 1 or 2, The process which calculates the offset value for performing relative alignment of the mask which has a predetermined pattern, and said substrate based on said amount of gaps, The semiconductor device manufacture approach characterized by including the process which performs relative alignment of said mask and said substrate based on said offset value, and the process which exposes the pattern of said mask to said substrate.

**[Claim 4]** The semiconductor device manufacture approach characterized by to include the process which adjusts a gap of the image-formation location by the color of said mark for alignment produced by the process which detects the mark for alignment formed in the substrate by location detection optical system, and the optical property of said location detection optical system, the process which perform the alignment of said substrate, and the process which expose the pattern of said mask to said substrate through projection optics.

---

**[Translation done.]**

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention is suitable, when it carries out projection exposure of the semiconductor device manufacture approach equipped with superposition equipment and this equipment, and the electronic-circuitry pattern currently especially formed on the mask side according to projection optics in a wafer side, and observing the condition on a wafer side, performing relative alignment of a mask and a wafer by this and manufacturing the semiconductor device of a high degree of integration.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** In the photolithography process for manufacturing a semiconductor device, projection exposure of the circuit pattern formed in the mask is carried out on a wafer according to projection optics. At this time, by observing a wafer side using observation equipment in advance of projection exposure, the mark for alignment on a wafer is detected and relative alignment of a mask and a wafer and the so-called alignment are performed based on this detection result. Alignment is performed by measuring the amount of superposition gaps of the resist pattern and substrate pattern which were formed in the projection exposure process using the superposition measuring device. A superposition measuring device irradiates the illumination light to the mark for superposition (alignment), carries out image formation of the reflected light from this mark to a predetermined side through image formation optical system, picturizes this mark image with a CCD camera etc., performs an image processing, and measures the amount of superposition gaps.

**[0003]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** However, when the reflected light from the mark for superposition has the large wavelength spectrum, an image formation location shifts under the effect of the chromatism property of an image formation optical-system proper, and it is set to one of the causes which produce the measurement error value of an equipment proper, and the so-called TIS value (Tool Induced Shift). Moreover, depending on the class of photolithography process, the wavelength spectrums of the reflected light from a superposition mark may differ between each shot (exposure field) in the same wafer. For this reason, a TIS value may vary also within the same wafer. In this case, the dependability of the amount of gaps of the superposition of the mask and wafer which are fed back to a projection aligner becomes low, and there is a problem that the yield falls without piling up correctly and being able to expose.

**[0004]** This invention is made in view of the above-mentioned problem, can adjust a gap of the superposition mark generated by the color (wavelength) according to the chromatism property of image formation optical system, and aims at offering the semiconductor device manufacture approach which can carry out alignment of a mask and the wafer correctly using the equipment which can measure superposition correctly, and this equipment.

**[0005]**

**[Means for Solving the Problem]** An illumination-light study system for this invention to illuminate the substrate which has the 1st mark and 2nd mark at least, in order to solve the above-mentioned technical problem, The image formation optical system for forming the image of each of said mark, and the image pick-up section for detecting said each mark image, In the superposition measuring device which has the data-processing section for calculating the amount of superposition gaps of said 1st mark and said 2nd mark based on the output signal from said image pick-up section The superposition measuring device characterized by said image formation optical system containing the controller which adjusts a gap of said each mark image by the color in the image pick-up side of said image pick-up section based on predetermined information is offered.

**[0006]** Moreover, in order to adjust a gap of said mark image generated in the desirable mode of this invention

according to each down stream processing given to said substrate The storage section which memorizes the adjustment value of a gap of said mark image for said every down stream processing is arranged, and, as for said controller, it is desirable as said predetermined information to adjust a gap of said mark image optically based on the adjustment value of a gap of said mark image for said every down stream processing memorized in said storage section.

[0007] Moreover, the process which this invention asks for the amount of gaps of said 1st mark and said 2nd mark using a superposition measuring device according to claim 1 or 2, The process which calculates the offset value for performing relative alignment of the mask which has a predetermined pattern, and said substrate based on said amount of gaps, The semiconductor device manufacture approach characterized by including the process which performs relative alignment of said mask and said substrate based on said offset value, and the process which exposes the pattern of said mask to said substrate is offered.

[0008] Moreover, the semiconductor device manufacture approach characterized by for this invention to include the process which adjusts a gap of the image-formation location by the color of said mark for alignment which produces by the process which detects the mark for alignment formed in the substrate by location detection optical system, and the optical property of said location detection optical system, the process which perform the alignment of said substrate, and the process which expose the pattern image of said mask to said substrate through projection optics offers.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an accompanying drawing.

(The 1st operation gestalt) Drawing 1 (a) is drawing showing the outline configuration of the superposition measuring device concerning the 1st operation gestalt. It is condensed by the condenser lens 2 and the illumination-light bundle injected from the light source 1 illuminates a field diaphragm 3 to homogeneity. A field diaphragm 3 has the rectangle opening S1, as shown in drawing 1 (b). Next, the flux of light which passed the field diaphragm 3 is changed into the abbreviation parallel flux of light by the lighting relay lens 4 (collimated), and is reflected by the half prism 5. And it is condensed with the 1st objective lens 6, and the wafer 21 which has the superposition mark 20 is irradiated perpendicularly. Here, since a field diaphragm 3 and a wafer 21 are in a location [ \*\*\*\* ], the field on the wafer 21 according to the configuration of the opening S1 of diaphragm 3 is illuminated by homogeneity. Moreover, the wafer 21 is laid on the stage 22 which has a rolling mechanism, and a setup of the measurement direction can be changed by rotating a stage centering on an optical axis AX.

[0010] The reflected light L1 from the superposition mark 20 on the illuminated wafer is collimated by the 1st objective lens 6, penetrates the half prism 5, and it is again condensed with the 2nd objective lens 7, and it penetrates the plane-parallel plate 10 which has a chromatism adjustment function. And the flux of light L1 carries out image formation of the image of the superposition mark 20 on an image sensor CCD 8. Drawing 2 (a) and (b) are drawings showing the configuration of the superposition (resist) mark 20. A processing unit 9 performs image processings, such as edge detection, and computes the difference R of the mark center position C1 of the superposition mark 20, and the Mark Shimoji center position C2 as an amount of superposition gaps. It is desirable for the shot fields S1-S5 to measure 2 times of the amounts of superposition gaps preferably, in the direction ( drawing 4 ) which rotated the wafer 21 for the marks M1-M5 which it has respectively 180 degrees to the predetermined direction ( drawing 3 ) and this predetermined direction, as shown in drawing 3 and drawing 4 . And when the measurement result in the direction which rotated the measurement result in the predetermined direction 180 degrees to R0 and this direction is set to R180, respectively, the TIS value of the amount of measurement gaps which this equipment has is calculated by the degree type.

[0011]  $TIS = (R0 + R180) / 2$  -- here, as one of the causes which TIS produces, as mentioned above, gap of the image formation location of the whole mark image by the difference in the color (wavelength) of the reflected light from the superposition mark 20 can be considered. Drawing 5 shows the image formation location IB of blue glow and the image formation location IR of red light when not having the chromatism property with the unsymmetrical image formation optical system which consists of the 1st objective lens 6, the half prism 5, and the 2nd objective lens 7 for carrying out image formation of the mark 21 on CCD, respectively. As shown in drawing, image formation of IB and the IR is carried out to the symmetric position to the shaft L passing through the visual field core C, respectively. On the other hand, if image formation optical system has the chromatism property, as shown in drawing 6 , the image formation location IB of blue glow and the image formation location IR of red light will become unsymmetrical to Shaft L. For this reason, the measured value of the amount of superposition gaps by the above-mentioned procedure will include the TIS value of a measuring device proper. The prism effectiveness by the optical element which constitutes image formation optical system carrying out eccentricity as a cause which produces an unsymmetrical chromatism property is mentioned. Moreover, the amount of chromatism which image formation optical system has also has a solid-state difference for every equipment.

[0012] Next, the function of a plane-parallel plate 10 to adjust gap of the mark image formation location by the difference in an above-mentioned color is explained. As shown in drawing 7, the flux of light LB (continuous line) from which wavelength differs among the reflected lights from the mark which has advanced the same optical path toward the image pick-up side (image formation side) S of CCD8, for example, blue glow, and the red light LR (broken line) are considered. two -- the flux of light -- LB -- LR -- a plane-parallel plate -- ten -- penetrating -- a case -- drawing 8 -- being shown -- as -- a plane-parallel plate -- ten -- an optical axis -- AX -- receiving -- an include angle -- theta -- only -- inclining -- \*\*\*\* -- if -- prism -- effectiveness -- the flux of light -- LB -- LR -- differing -- an optical path -- a passage -- the image surface S -- differing -- a location -- image formation -- carrying out . This is the same also about flux of light LB' besides an optical axis, and LR'. Thus, the image formation location of the mark image on CCD changes with wavelength of the reflected light. The difference delta of the image formation location of LB and LR can be adjusted by changing the tilt angle theta of a plane-parallel plate 10 by Motor MT ( drawing 1 ). Therefore, a gap of the image formation location by the color can be amended by adjusting whenever [ angle-of-inclination / of a plane-parallel plate 10 ].

[0013] (The 2nd operation gestalt) Drawing 9 is drawing showing roughly the projection aligner whole configuration equipped with the above-mentioned superposition measuring device. In the projection aligner of illustration, the light injected from the light source 31 illuminates to homogeneity the mask 33 with which the predetermined pattern was formed through the illumination-light study system 32.

[0014] In addition, one or more bending mirrors for deflecting an optical path from the light source 31 to the optical path to the illumination-light study system 32 if needed are arranged. Moreover, when the light source 31 and the body of a projection aligner are another objects, optical system, such as an automatic tracking unit which always turns the sense of the light from the light source 31 to the body of a projection aligner, and plastic surgery optical system for operating the flux of light cross-section configuration of the light from the light source 31 orthopedically in predetermined size and configuration, a quantity of light controller, is arranged. Moreover, the illumination-light study system 32 has optical system, such as field-diaphragm image formation optical system which projects the field diaphragm for specifying the size and the configuration of the lighting field for example, on the optical integrator which consists of a fly eye lens or an internal reflection mold integrator, and forms the surface light source of a predetermined size and configuration, and a mask 33, and the image of this field diaphragm to up to a mask. The optical path between the light source 31 and the illumination-light study system 32 is sealed by casing (un-illustrating). Most in the illumination-light study system 32 from the light source 31 furthermore, the space to the optical member by the side of a mask The mask 33 permuted with the inert gas which is gases with the low rate of the exposure absorption of light, such as gaseous helium and nitrogen, is held in parallel with XY flat surface on the mask stage 35 through the mask holder 34. The pattern space of the shape of a rectangle which the pattern which should be imprinted is formed in the mask 33, and has a long side along the direction of Y among the whole pattern space, and has a shorter side along the direction of X (the shape of a slit) is illuminated. It is constituted so that a mask stage 35 may be measured by operation of the drive system which omitted illustration with the interferometer 37 with which it is movable two-dimensional along a mask side (namely, XY flat surface) with the interferometer, and the position coordinate used the mask migration mirror 36 and position control may be carried out.

[0015] The light from the pattern formed in the mask 33 forms a mask pattern image through projection optics 38 on the wafer 39 which is a photosensitive substrate. The wafer 39 is held in parallel with XY flat surface on the wafer stage 41 through the wafer holder 40. And on a wafer 39, a pattern image is formed in the exposure field of the shape of a rectangle which has a long side along the direction of Y, and has a shorter side along the direction of X so that it may correspond to the lighting field of the shape of a rectangle on a mask 33 optically.

[0016] The wafer stage 41 is constituted so that it may be measured by the interferometer 43 for which it is movable two-dimensional and the position coordinate used the wafer migration mirror 42 along the wafer side (namely, XY flat surface) according to an operation of the drive system which omitted illustration and position control may be carried out.

[0017] Moreover, it consists of projection aligners of illustration so that the interior of projection optics 38 may maintain an airtight condition between the optical member most arranged at the mask side among the optical members which constitute projection optics 38, and the optical member arranged most at the wafer side, and the gas inside projection optics 38 is permuted by inert gas, such as gaseous helium and nitrogen.

[0018] Furthermore, although the mask 33, the mask stage 35, etc. are arranged at the narrow optical path between the illumination-light study system 32 and projection optics 38, the interior of casing (un-illustrating) which carries out seal envelopment of a mask 33, the mask stage 35, etc. is filled up with inert gas, such as nitrogen and gaseous helium.

[0019] Moreover, although the wafer 39, the wafer stage 41, etc. are arranged at the narrow optical path between

projection optics 38 and a wafer 39, the interior of casing (un-illustrating) which carries out seal envelopment of a wafer 39, the wafer stage 41, etc. is filled up with inert gas, such as nitrogen and gaseous helium. Thus, the whole optical path from the light source 31 to a wafer 39 is covered, and the ambient atmosphere by which exposure light is hardly absorbed is formed.

[0020] As mentioned above, the visual field field on the mask 33 specified according to projection optics 38 (lighting field) and the projection field on a wafer 39 (exposure field) have the shape of a rectangle which has a shorter side along the direction of X. Therefore, performing position control of a mask 33 and a wafer 39 using a drive system, an interferometer (37 43), etc. It meets in the direction of a shorter side of X, i.e., direction, of a rectangle-like exposure field and a lighting field. A mask stage 35 and the wafer stage 41 as a result, by moving a mask 33 and a wafer 39 synchronous (scan) Scan exposure of the mask pattern is carried out to the field which has width of face equal to the long side of an exposure field on a wafer 39, and has the die length according to the amount of scans of a wafer 39 (movement magnitude).

[0021] Moreover, the optical system AL for alignment for performing relative alignment of a mask 33 and a wafer 39 is established near the projection optics 38. Since the configuration of the alignment optical system AL is the same as the configuration of the superposition measuring device stated with the above-mentioned 1st operation gestalt almost, explanation is omitted.

[0022] In case projection exposure of the pattern formed on the mask 33 using the above-mentioned projection aligner is carried out at a wafer 39, it exchanges for other masks which have the pattern which changes a mask with non-illustrated mask transport devices, and a different pattern one by one on a wafer is piled up and exposed. For this reason, according to the alignment optical system AL, the amount of superposition gaps of the substrate pattern formed of the 1st exposure and the resist pattern (superposition mark) by the 2nd exposure is computed, and the offset value for alignment is calculated. And after performing relative alignment of a mask 33 and a wafer 39 by moving on a mask stage 35, the wafer stage 41, etc. based on this offset value, the pattern of a mask 33 is exposed on a wafer 39 through projection optics 38.

[0023] Next, the adjustment procedure of the plane-parallel plate 10 within the alignment optical system AL in this projection aligner is described. When it originates in the difference of the thickness of each mark etc. when the superposition marks M1-M5 from which a shot field differs within the same wafer exist, as shown in drawing 3 , and the spectrums of the reflected light differ for every mark, whenever [ effect / of the TIS value on each marks M1-M5 ] may change with chromatism properties of image formation optical system. Therefore, in a certain kind of lithography process, the TIS values of each mark may differ greatly in the same wafer.

[0024] In this case, it is desirable to ask for theta beforehand whenever [ angle-of-inclination / of a plane-parallel plate 10 ] so that a TIS value may be measured for every shot field and that variation (distribution sigma) may serve as min using the sample wafer with which color information (image formation location of the mark by the color) differs for every shot field in a wafer. For example, drawing 10 (a) is drawing of a characteristic curve showing the relation between theta (axis of abscissa) and Variance sigma (axis of ordinate) whenever [ in a certain down stream processing / angle-of-inclination ]. The distribution sigma of a TIS value serves as min at an include angle theta 0. On the other hand, the characteristic curve of the relation between theta and the TIS variance sigma is shown in drawing 10 (b) whenever [ in other down stream processing of the same sample wafer / angle-of-inclination ]. The form of a characteristic curve changes with the difference in down stream processing, for example, the 1st exposure process, and 2nd exposure processes so that clearly from drawing 10 (a) and (b). For this reason, when measuring theta 0 as an adjustment value beforehand whenever [ angle-of-inclination / from which a TIS variance serves as min for every down stream processing using a sample wafer ], memorizing in Memory M ( drawing 9 ) and measuring an actual \*\*ed wafer, a gap of a mark image is optically adjusted by leaning the parallel plate 10 by Motor MT so that it may become the optimum value theta 0 of whenever [ angle-of-inclination / which was memorized for every down stream processing ]. This procedure can adjust easily an image formation location gap of the mark image by the color.

[0025] Moreover, with this operation gestalt, although the include angle of a plane-parallel plate 10 is changed for every down stream processing, when it desires shortening of the measuring time, or when the optimum value theta 0 of whenever [ angle-of-inclination ] is abbreviation regularity in two or more down stream processing, two or more down stream processing in the condition of having set the plane-parallel plate 10 as one include angle theta 0 may be performed.

[0026] Moreover, this invention is not restricted to what was indicated to the claim, but can also take the following configurations.

(A) The illumination-light study system for illuminating the substrate which has the 1st mark and 2nd mark at least, The image formation optical system for forming the image of each of said mark, and the image pick-up section for detecting



said each mark image, In the alignment equipment which has the data-processing section for calculating the amount of superposition gaps of said 1st mark and said 2nd mark based on the output signal from said image pick-up section Said image formation optical system is alignment equipment characterized by including the controller which adjusts a gap of said each mark image by the color in the image pick-up side of said image pick-up section based on predetermined information.

[0027] (B) The illumination-light study system for illuminating the mask with which the predetermined pattern was formed, The alignment equipment of the above-mentioned (A) publication which detects the mark for alignment formed in the substrate, The projection aligner characterized by having a mechanical component for performing relative alignment of said substrate and said mask based on the amount of superposition gaps obtained with said alignment equipment, and the projection optics for carrying out projection exposure of the pattern of said mask at said substrate.

[0028] Thus, this invention can take various gestalten.

[0029]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the superposition measuring device concerning this invention, the amount of chromatism which optical system has can be adjusted to the optimal value, and image formation location gap of the whole mark image resulting from the difference in the wavelength of the reflected light from a superposition mark can be prevented. This reduces generating of the measurement error of an equipment proper, and measurement of the highly precise amount of superposition gaps can be performed. Moreover, according to the semiconductor device manufacture approach of this invention, a mask and a wafer are piled up correctly relatively, and since projection exposure can be carried out, the yield at the time of manufacture of a device component can be raised.

---

[Translation done.]



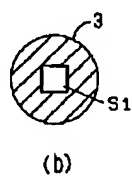
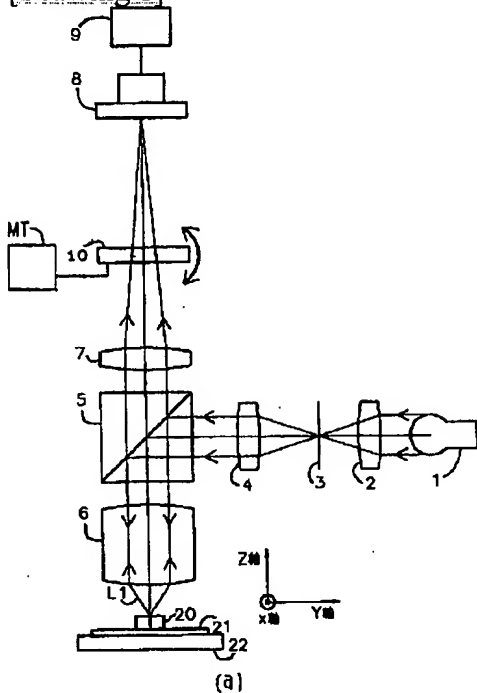
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

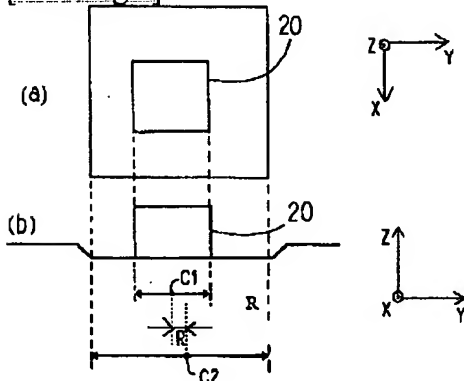
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

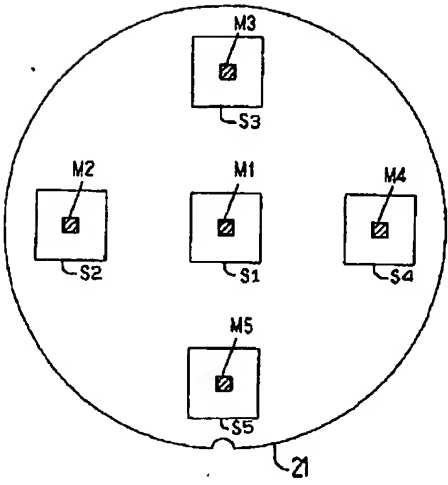
[Drawing 1]



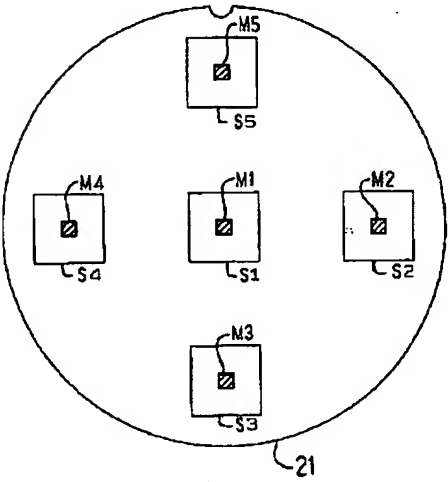
[Drawing 2]



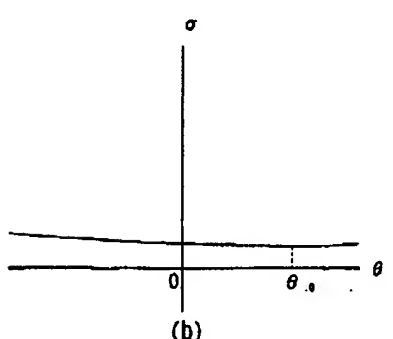
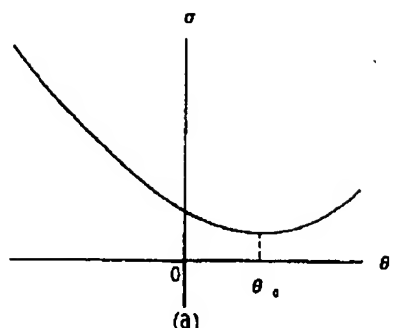
[Drawing 3]



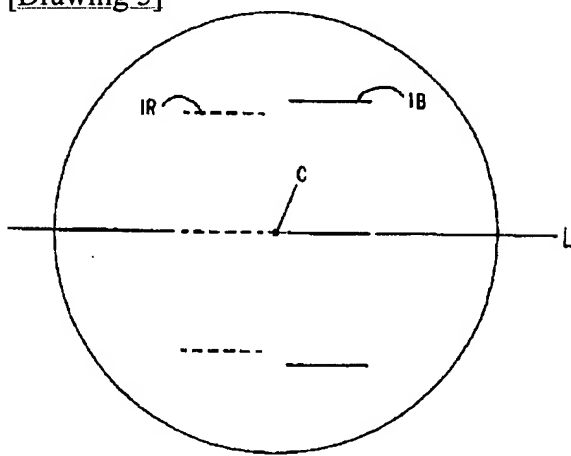
[Drawing 4]



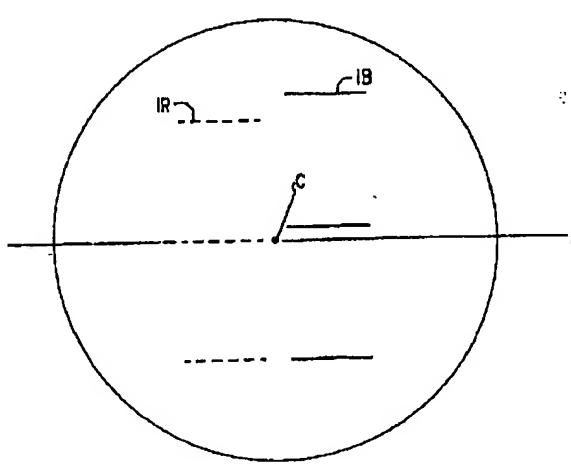
[Drawing 10]



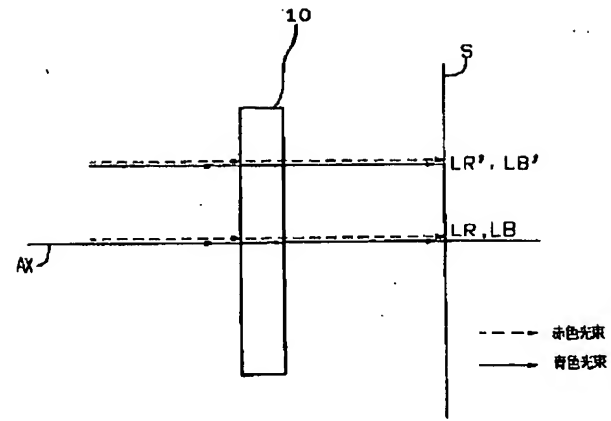
[Drawing 5]



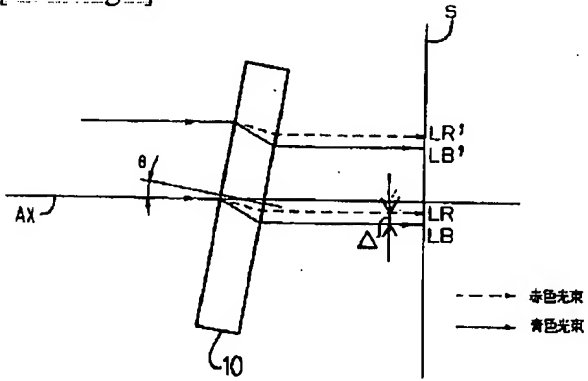
[Drawing 6]



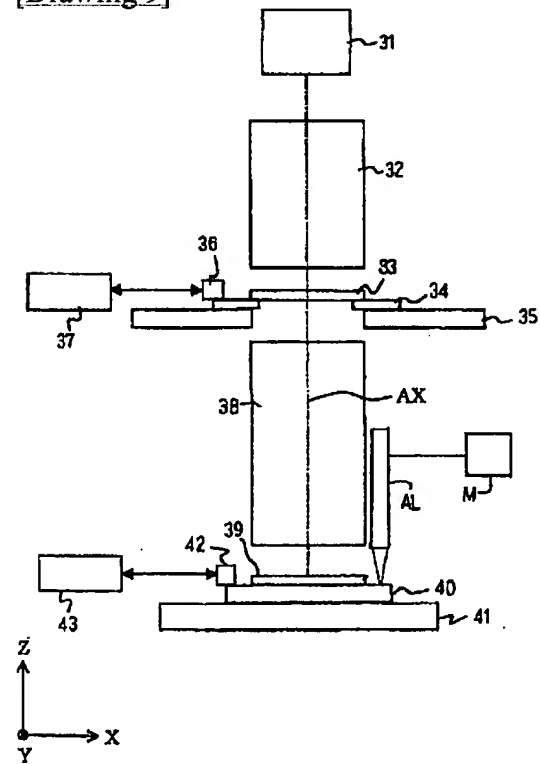
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]